



35.C15730

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

TAKASHI IWAKI ET AL.

Application No.: 09/941,782

Filed: August 30, 2001

For: ELECTRON-EMITTING DEVICE,  
ELECTRON SOURCE AND  
METHOD FOR MANUFAC-  
TURING IMAGE-FORMING  
APPARATUS

Examiner: NYA

Group Art Unit: 2812

November 30, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C.

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all  
rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese

Priority Application:

264968/2000 filed September 1, 2000.

A copy of the priority document is enclosed.

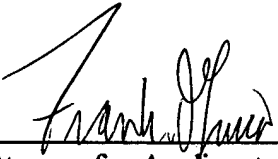
Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by

RECEIVED  
PTC-5 2001  
TC 2600 MAIL ROOM

2812

telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicants

Registration No. 427476

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200  
221065v1

RECEIVED  
DEC - 5 1981  
TC 2800 MAIL ROOM



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

FO 15730 US/kh

09/941, 782

ALL 2812

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 9月 1日

出願番号

Application Number:

特願2000-264968

出願人

Applicant(s):

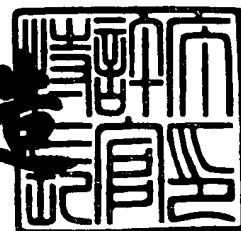
キヤノン株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 9月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 4298009

【提出日】 平成12年 9月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 31/00

【発明の名称】 電子放出素子、電子放出装置、電子源、および画像形成装置、並びにそれらの製造方法

【請求項の数】 45

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 岩城 孝志

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 宮崎 和也

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 水野 祐信

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 柴田 雅章

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100096828

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 敬介

【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子、電子放出装置、電子源、および画像形成装置、並びにそれらの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体上に形成された一対の電極と、該電極に接続された、間隙を有する膜と、からなる電子放出素子であって、該間隙を有する膜は、高分子膜であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】 前記高分子膜は、少なくともその一部に導電性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 3】 前記高分子膜は、少なくともその一部が熱分解高分子であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電子放出素子。

【請求項 4】 前記の少なくとも一部が熱分解高分子である高分子膜において、該高分子膜の厚み方向で、その一部が熱分解高分子であることを特徴とする請求項 3 に記載の電子放出素子。

【請求項 5】 前記の少なくとも一部が熱分解高分子である高分子膜において、該高分子膜の前記基体表面に平行な方向で、その一部が熱分解高分子であることを特徴とする請求項 3 に記載の電子放出素子。

【請求項 6】 基体上に形成された一対の電極間に、高分子膜を形成する工程、該高分子膜の少なくとも一部に導電性を付与する工程、および該高分子膜に間隙を形成する工程を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 7】 前記高分子膜に導電性を付与する工程は、該高分子膜の少なくとも一部分に電子ビームを照射する工程を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 8】 前記高分子膜に導電性を付与する工程は、該高分子膜の少なくとも一部分にレーザービームを照射する工程を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 9】 前記高分子膜が、芳香族系高分子膜であることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 10】 前記高分子膜を形成する工程において、インクジェット方

式を用いることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 1】 前記高分子膜に間隙を形成する工程は、前記一对の電極に電位差を与えて、該高分子膜に通電する工程を含むことを特徴とする請求項 6 乃至 1 0 のいずれかに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 1 2】 基体上に、複数の電子放出素子を配置した電子源であって、該電子放出素子は、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子放出素子であることを特徴とする電子源。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 に記載の電子源と、該電子源から放出される電子の照射により画像を形成する画像形成部材とを有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 1 4】 複数の電子放出素子を有する電子源の製造方法において、該電子放出素子が請求項 6 乃至 1 1 のいずれかに記載の方法により製造されることを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項 1 5】 複数の電子放出素子を有する電子源と、該電子源から放出される電子の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置の製造方法において、該電子源が請求項 1 4 に記載の方法により製造されることを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【請求項 1 6】 基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 1 7】 基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 1 8】 基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的

に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 1 9】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、水素および窒素を含有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 0】 前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率よりも、炭素原子に対する窒素原子の比率が大きいことを特徴とする請求項 1 9 に記載の電子放出素子。

【請求項 2 1】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素、水素、ホウ素を含有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 2】 前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子、水素原子およびホウ素原子の比率の中で、窒素原子の比率が最も大きいことを特徴とする請求項 2 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 2 3】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、水素およびホウ素を含有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 4】 前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率よりも、炭素原子に対するホウ素原子の比率が大きいことを特徴とする請求項 2 3 に記載の電子放出素子。

【請求項 2 5】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜はホウ素を含有し、そして前記炭素を



主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対するホウ素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 6】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 7】 前記導電性膜はさらに、金属を含有することを特徴とする請求項 1 6 乃至 2 6 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 2 8】 基体表面に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、導電性の高い領域と低い領域とを有し、該導電性の高い領域が、前記炭素を主成分とする膜の表面に配置されてなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2 9】 基体表面に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、導電性の高い領域と低い領域とを有し、該導電性の低い領域が、前記導電性が高い領域、前記基板および前記電極とによって覆われてなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 3 0】 基体と、該基体表面に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は、前記基体表面側よりも、前記アノード電極側にグラファイトにより近い構造をもつことを特徴とする電子放出装置。

【請求項 3 1】 前記炭素を主成分とする膜は、前記間隙近傍において最もグラファイトに近い構造を有することを特徴とする請求項 3 0 に記載の電子放出

素子。

【請求項 3 2】 前記高分子膜は、金属を含有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 3】 前記高分子膜は、ホウ素を含有することを特徴とする請求項 1 乃至 5、3 2 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 4】 前記高分子膜は、銀を含有することを特徴とする請求項 1 乃至 5、3 3 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 5】 前記高分子膜は、水素を含有することを特徴とする請求項 1 乃至 5、3 2、3 3、3 4 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 6】 前記高分子膜は、窒素を含有することを特徴とする請求項 1 乃至 5、3 2、3 3、3 4、3 5 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 3 7】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出装置。

【請求項 3 8】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記基体に近い領域よりも前記アノードに近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出装置。

【請求項 3 9】 基体上に配置された一対の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する高分子膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記高分子膜は窒素を含有し、そして前記高分子膜中に含まれる炭素原子に対する窒

素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする電子放出装置。

【請求項 4 0】 前記高分子膜は導電性であることを特徴とする請求項 3 9 に記載の電子放出装置。

【請求項 4 1】 基体上に配置された一対の電極と、該電極に電氣的に接続する炭素を主成分とする膜を有する電子放出素子の製造方法であって、基体上に一対の電極を形成する工程と、該電極の一部を覆うように高分子膜を配置する工程と、該高分子膜に電子ビームを照射することで前記高分子膜に導電性を付与する工程とを有する電子放出素子の製造方法。

【請求項 4 2】 前記電子ビームの加速電圧が、0.5 kV 以上 10 kV 以下であることを特徴とする請求項 4 1 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 4 3】 前記電子ビームの電流密度が、 $0.01 \text{ mA/mm}^2$  以上  $1 \text{ mA/mm}^2$  以下であることを特徴とする請求項 4 1 または 4 2 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 4 4】 基体上に配置された一対の電極と、該電極に電氣的に接続する炭素を主成分とする膜を有する電子放出素子の製造方法であって、基体上に一対の電極を形成する工程と、該電極の一部を覆うように高分子膜を配置する工程と、該高分子膜にレーザビームを照射することで前記高分子膜に導電性を付与する工程とを有する電子放出素子の製造方法。

【請求項 4 5】 前記高分子膜が、ポリイミドまたはフォトレジストであることを特徴とする請求項 4 1 乃至 4 4 のいずれかに記載の電子放出素子の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出素子、電子放出装置、該電子放出素子を多数配置してなる電子源、および該電子源を用いて構成した表示装置などの画像形成装置に関し、またそれらの製造方法に関する。さらに詳しくは、基体と、その基体上に形成された一対の電極、およびその電極に接続された狭い間隙を有する膜からなる電子

放出素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、電子放出素子としては大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型、金属／絶縁体／金属型や表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】

表面伝導型電子放出素子の構成、製造方法などは、例えば特開平7-235255号公報、特登録2903295号公報に開示されている。

【0004】

以下に、上記公報に開示されている表面伝導型電子放出素子の概略を簡単に説明する。

【0005】

上記の表面伝導型電子放出素子は、図8にその断面図を模式的に示すように、基体1上に対向する一対の素子電極2、3と、該素子電極に接続されその一部に電子放出部85を有する導電性膜84とを有してなる。

【0006】

電子放出部85は、導電性膜84の一部が、破壊・変形ないし変質され、間隙が形成された部分を含み、間隙内部及びその近傍の導電性膜上には、活性化と呼ばれる工程を行うことにより、炭素及び／または炭素化合物を主成分とする堆積物86が形成されている。なお、この堆積物は上記導電性膜に形成された間隙よりもさらに狭い間隙部をもって対峙した形状となっている。

【0007】

活性化工程とは、有機物質を含む雰囲気中で、素子にパルス状の電圧を一定時間印加し続けることで行われるが、その際に図8に示した形態が形成されるに従い、素子を流れる電流（素子電流 $I_f$ ）、および真空中に放出される電流（放出電流 $I_e$ ）が大幅に増大し、より良好な電子放出特性を得ることができる。

【0008】

以上のような電子放出素子を複数個形成した電子源を用い、蛍光体などからな

る画像形成部材と組み合わせることで、フラットディスプレイパネルなどの画像形成装置を構成できる。

【 0 0 0 9 】

一方、特開平 9 - 2 3 7 5 7 1 号公報には、上述の活性化工程を行う替わりに、導電性膜上に熱硬化性樹脂、電子線ネガレジスト、ポリアクリロニトリル等の有機材料を塗布する工程及び炭素化する工程からなる電子放出素子の製造方法が開示されている。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の素子においては、フォーミングとよばれる、導電性膜に通電することで間隙を形成する工程が必須であり、このフォーミングが好適に行われるように、導電性膜の材質、膜厚、等が設計されていた。

【 0 0 1 1 】

具体的には、フォーミングに必要な電力を低減し、かつ良好な間隙を形成するために、酸化パラジウムの微粒子膜を導電性膜として用いることが提案されている。

【 0 0 1 2 】

加えて、フォーミングによって形成された間隙では、十分な電子放出を得ることが難しく、上述の活性化工程や有機高分子膜を塗布して通電する工程を行うことで、フォーミングによって形成された間隙の内部にさらに狭い間隙部をもつ炭素あるいは炭素化合物を対峙して配置させ、良好な電子放出特性を得る工夫が為されている。

【 0 0 1 3 】

従って、従来の素子においては、大きく以下の二点の課題を有している。

- 1) 微粒子膜を導電性膜として用いる場合、膜厚、膜質を精度良く形成することは必ずしも容易ではなく、フラットディスプレイパネルのような多数の電子放出素子を形成する場合、均一性を低下させる要因となりうる。
- 2) 良好な電子放出特性を有する狭い間隙の形成のために、有機物質を含有する雰囲気を形成する工程、高分子を導電性膜上に精度良く形成する工程など、付加

的な工程が多く、工程管理も煩雑化していた。

【 0 0 1 4 】

以上の課題を解決するために、素子製造工程を簡略化でき、かつ、電子放出特性の改善をも行うことのできる電子放出素子及びその製造方法の開発が待たれていた。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明は上述する課題を解決するために鋭意検討を行ってなされたものであり、下述する構成のものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の電子放出素子は、基体と、その基体上に形成された一対の電極、およびその電極に接続された間隙を有する膜からなる電子放出素子であって、この間隙を有する膜は、高分子膜であることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

特に、その高分子膜の少なくとも一部に導電性を有するものが好ましく用いられ、その導電性を有する部分は熱分解高分子であればよい。

【 0 0 1 8 】

高分子膜の少なくとも一部が熱分解高分子であるという記述は、高分子膜の厚み方向で、その一部が熱分解高分子であること、あるいは、高分子膜の基板表面に平行な方向で、その一部が熱分解高分子であることを含む。

【 0 0 1 9 】

さらに本発明は、電子放出素子の製造方法を含む。

【 0 0 2 0 】

本発明における電子放出素子の製造方法は、基体上に形成された一対の電極間に、高分子膜を形成する工程、該高分子膜の少なくとも一部に導電性を付与する工程、および該高分子膜に狭い間隙を形成する工程を有する。

【 0 0 2 1 】

高分子膜の少なくとも一部に導電性を付与する工程は、該高分子膜に電子ビームを照射する工程、あるいは、該高分子膜にレーザービームを照射する工程を採

用することで達成できる。

【 0 0 2 2 】

なお、前記高分子膜としては、芳香族系高分子膜が好ましく、該高分子をインクジェット方式を用いて基体上に膜形成することができる。

【 0 0 2 3 】

さらには、前記高分子膜に間隙を形成する工程は、前記一对の電極に電位差を与えて、該高分子膜に通電する工程により行うことができる。

【 0 0 2 4 】

さらに本発明は、上記電子放出素子を複数配置した電子源、及びその製造方法をも含み、また、該電子源を用いた画像形成装置、及びその製造方法をも含むものである。

【 0 0 2 5 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接

続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、水素および窒素を含有することを特徴とする。また、前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率よりも、炭素原子に対する窒素原子の比率が大きいことを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素、水素、ホウ素を含有することを特徴とする。また、前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子、水素原子およびホウ素原子の比率の中で、窒素原子の比率が最も大きいことを特徴とする。

## 【 0 0 3 0 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、水素およびホウ素を含有することを特徴とする。また、前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率よりも、炭素原子に対するホウ素原子の比率が大きいことを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜はホウ素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対するホウ素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

## 【 0 0 3 2 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は水素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する水素原子の比率が、前記電極に近い領域



よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

また、前記導電性膜はさらに、金属を含有することを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また本発明は、基体表面に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、導電性の高い領域と低い領域とを有し、該導電性の高い領域が、前記炭素を主成分とする膜の表面に配置されてなることを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

また本発明は、基体表面に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子であって、前記炭素を主成分とする膜は、導電性の高い領域と低い領域とを有し、該導電性の低い領域が、前記導電性が高い領域、前記基板および前記電極とによって覆われてなることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

また本発明は、基体と、該基体表面に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜、とを有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は、前記基体表面側よりも、前記アノード電極側にグラファイトにより近い構造をもつことを特徴とする。また、前記炭素を主成分とする膜は、前記間隙近傍において最もグラファイトに近い構造を有することを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも

前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

【0038】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する炭素を主成分とする膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記炭素を主成分とする膜は窒素を含有し、そして前記炭素を主成分とする膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記基体に近い領域よりも前記アノードに近い領域において、低い値を有することを特徴とする。

【0039】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極の各々に電氣的に接続し、その一部に間隙を有する高分子膜と、を有する電子放出素子と、前記基体に対向して配置されたアノード電極とを有する電子放出装置であって、前記高分子膜は窒素を含有し、そして前記高分子膜中に含まれる炭素原子に対する窒素原子の比率が、前記電極に近い領域よりも前記間隙に近い領域において、低い値を有することを特徴とする。また、前記高分子膜は導電性であることを特徴とする。

【0040】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極に電氣的に接続する炭素を主成分とする膜を有する電子放出素子の製造方法であって、基体上に一对の電極を形成する工程と、該電極の一部を覆うように高分子膜を配置する工程と、該高分子膜に電子ビームを照射することで前記高分子膜に導電性を付与する工程とを有することを特徴とする。また、前記電子ビームの加速電圧が、0.5 kV以上10 kV以下であること、前記電子ビームの電流密度が、 $0.01 \text{ mA/mm}^2$ 以上 $1 \text{ mA/mm}^2$ 以下であることを特徴とする。

【0041】

また本発明は、基体上に配置された一对の電極と、該電極に電氣的に接続する炭素を主成分とする膜を有する電子放出素子の製造方法であって、基体上に一对の電極を形成する工程と、該電極の一部を覆うように高分子膜を配置する工程と、該高分子膜にレーザビームを照射することで前記高分子膜に導電性を付与する

工程とを有することを特徴とする。

【0042】

また、前記高分子膜が、ポリイミドまたはフォトレジストであることを特徴とする。

【0043】

本発明における高分子とは、少なくとも炭素原子同士の結合を有するものを意味する。

【0044】

炭素原子間の結合を有する高分子に熱を加えると、炭素原子間の結合の解離、再結合が生じて導電性が発現する。そしてこのようにして導電性を持った高分子を、「熱分解高分子 (Pyrolytic Polymer)」と呼ぶ。

【0045】

本発明における「熱分解高分子」とは、上記、熱を加えられて導電性を帯びた高分子を指すが、熱以外の要因、例えば電子線による分解再結合、光子による分解再結合が、熱による分解再結合に加味されて形成された場合も熱分解高分子と表記する。

【0046】

熱分解高分子では、もとの高分子中の炭素原子間の共役二重結合が増加することで導電性が増すと解釈することができ、熱分解の進行の度合により導電性が異なる。

【0047】

また、炭素原子間の結合の解離、再結合によって導電性が発現しやすい、すなわち炭素原子間の二重結合が生成しやすい高分子としては、芳香族系高分子が知られている。特に芳香族ポリイミドは、比較的低温で高い導電性を有する熱分解高分子が得られる高分子である。

【0048】

一般に芳香族ポリイミドは、それ自身絶縁体であるが、ポリフェニレンオキサジアソール、ポリフェニレンビニレンなど、熱分解を行う前から導電性を有する高分子もある。これらの導電性高分子も、熱分解により更なる導電性が発現する

ため、本発明において好ましく用いることができる。

【 0 0 4 9 】

本発明によれば、上記高分子膜を形成する工程と熱分解を行う工程と通電により間隙を形成する工程によって電子放出素子を形成することができ、従来の、導電性膜を形成する工程、フォーミング工程、有機化合物を含む雰囲気を形成する工程（あるいは、導電性膜上に高分子膜を形成する工程）、通電して炭素あるいは炭素化合物の間隙を形成する工程、に比べて簡素化される。また、熱分解高分子はさらに加熱されるとより強固な炭素材料に変化するため、耐熱性も良好となる。従って、従来、導電性膜の性能によって制限されていた電子放出特性の向上も図ることができる。

【 0 0 5 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の電子放出素子の構成を示す模式図である。図 1（a）は平面図、図 1（b）は断面図である。

【 0 0 5 1 】

図 1 において、1 は基体、2 と 3 は素子電極、4 は高分子膜、5 は間隙である。尚、本発明においては、上記高分子膜 4 は、後述する熱分解高分子を含むため「熱分解高分子膜」と呼ぶ場合もある。また、本発明においては、上記「高分子膜」および「熱分解高分子膜」と「炭素を主成分とする膜」と同じ意味で用いる。また、炭素を主成分とする膜 4 は、素子電極 2、3 間の基体 1 上および素子電極上に配置される。なお、図 1 では、炭素を主成分とする膜 4 は基板表面に対して横方向に対向し、間隙 5 を境にして完全に分離されて模式的に示されているが、一部でつながっている場合もある。つまり、一对の電極間を電氣的に繋ぐ炭素を主成分とする膜の一部に間隙が形成されている形態ということもできる。また、一对の炭素を主成分とする膜ということも出来る。本発明の高分子膜 4 は炭素を主成分とし、窒素を含む。また、水素、ホウ素を含む場合もあり、さらには、銀などの金属を含む場合もある。上記炭素以外の成分は、前記炭素主成分とする膜において、前記電極 2、3 に近接する領域よりも前記間隙 5 に近接する領域において、その含有比率（炭素原子に対する、各々の原子の比率）を少なくするこ

とが重要である。

【 0 0 5 2 】

基体 1 としては、ガラス基板を用いることができる。対向する素子電極 2、3 の材料としては、一般的な導電材料、すなわち、金属材料や酸化物導電体の薄膜を用いることができる。

【 0 0 5 3 】

高分子膜 4 は、前述の如く、少なくとも炭素原子同士の結合を有する高分子の膜である。

【 0 0 5 4 】

間隙 5 は、高分子膜 4 に形成された亀裂様の間隙で、ここに十分な電界が印加されたときに電子がトンネルして電流が流れる部分であり、このトンネル電子の一部が散乱により放出電子となる。

【 0 0 5 5 】

従って、高分子膜 4 の少なくとも一部には導電性が付与されているのが望ましい。高分子膜 4 が絶縁体であると、素子電極 2、3 間に電位差を与えても、間隙 5 に電界がかからず、電子を放出せしめることができないためである。好ましくは、少なくとも素子電極 2（および素子電極 3）と間隙 5 を結ぶように導電性の付与された領域が存在すれば、間隙 5 に十分な電界を与えることができる。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、本発明における電子放出素子の製造方法の一例を示したものである。図 1、図 2 を用いて、上述の電子放出素子の製造方法の一例を説明する。

【 0 0 5 7 】

(1) 基体 1 を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄し、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばフォトリソグラフィ技術を用いて基体 1 上に素子電極 2、3 を形成する（図 2（a））。ここで、素子電極材料としては、白金等の貴金属が好ましく用いられるが、後述のように、レーザー照射プロセスを行う場合など、必要に応じて、透明導体である酸化物導電体、すなわち、酸化スズ、酸化インジウム（ITO）等の膜を用いることができる。

## 【 0 0 5 8 】

(2) 素子電極 2、3 を設けた基板 1 上に、素子電極 2、3 間に渡って高分子膜 4 を形成する (図 2 (b))。

## 【 0 0 5 9 】

高分子膜 4 の形成方法は、公知の種々の方法、すなわち、回転塗布法、印刷法、ディッピング法等を用いることができる。特に、印刷法によれば、所望の高分子膜 4 の形状をパターンニング手段を用いずに形成できるため、好ましい手法である。中でも、インクジェット方式の印刷法を用いれば、直接、数百  $\mu\text{m}$  以下の微細形成も可能であるため、フラットディスプレイパネルに適用されるような、高密度に電子放出素子を配置した電子源の製造に対しても有効である。

## 【 0 0 6 0 】

インクジェット方式によって高分子膜 4 を形成する場合、高分子材料の溶液を液滴付与し、乾燥させればよいが、必要に応じて、所望の高分子の前駆体溶液を液滴付与し、加熱等により高分子化させることもできる。

## 【 0 0 6 1 】

本発明においては、上記高分子材料としては、芳香族系の高分子が好ましく用いられるが、これらの多くは溶媒に溶けにくいいため、その前駆体溶液を塗布する手法が有効である。一例を挙げれば、インクジェット方式により芳香族ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸溶液を塗布 (液滴付与) して、加熱等によりポリイミド膜を形成することができる。

## 【 0 0 6 2 】

なお、高分子の前駆体を溶かす溶媒としては、例えば、N-メチルピロリドン、N, N-ジメチルアセトアミド、N, N-ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシドなどが使用でき、また、n-ブチルセロソルブ、トリエタノールアミンなどと併用することもできるが、本発明が適用できれば特に制限は無く、これらの溶媒に限定されるわけではない。

## 【 0 0 6 3 】

(3) 次に、高分子膜 4 に熱分解処理を行い、熱分解高分子膜とする。熱分解処理とは、熱により高分子内の炭素原子間の結合の解離、再結合を行って導電性を

発現させる処理である。

【 0 0 6 4 】

導電性の熱分解高分子を形成する方法は、不活性ガス雰囲気中や真空中といった酸化しない環境下において、特定の高分子を分解温度以上の温度で加熱することによって達成することができる。

【 0 0 6 5 】

前述のように、芳香族高分子、特に芳香族ポリイミドは、高分子として高い熱分解温度を有するが、その熱分解温度を超えた温度、典型的には、700℃から800℃以上で加熱することにより、高い導電性を有する熱分解高分子が得られる。

【 0 0 6 6 】

しかしながら、本発明のように、電子放出素子を構成する部材として熱分解高分子を適用する場合、オープンやホットプレートなどによって全体を加熱する方法は、他の構成部材の耐熱性の観点から、制約を受ける場合がある。特に、基体においては、石英ガラスやセラミックス基板など、特に高い耐熱性を有するものに限定され、大面積のディスプレイパネル等への適用を考えると、非常に高価なものになってしまう。

【 0 0 6 7 】

そこで、本発明では、より好適な熱分解処理の手段として、電子ビーム照射、ないしはレーザービーム照射により、高分子膜4に局所的な加熱を行い、耐熱性の高い高価な基板を用いることなく、熱分解高分子とすることが可能である。この場合、熱以外の要因、例えば電子線による分解再結合、光子による分解再結合が、熱による分解再結合に加味されている可能性もある。

【 0 0 6 8 】

実際に熱分解処理を行う過程を以下に説明する。

【 0 0 6 9 】

(電子ビーム照射を行う場合)

電子ビームを照射する場合は、素子電極2、3、高分子膜4を形成した基体1を、電子銃が装着されている真空容器内にセットする。電子銃から高分子膜4に

対して電子ビームを照射して熱分解処理する。この時の電子ビームの照射条件は、例えば、加速電圧  $V_{ac} = 0.5 \text{ kV}$  以上  $10 \text{ kV}$  以下、電流密度  $\rho = 0.01 \text{ mA/mm}^2$  以上  $1 \text{ mA/mm}^2$  以下の範囲で行なうことが好ましい。またこの時、素子電極 2、3 間の抵抗値をモニターしておけば、所望の抵抗値が得られたところで終了することができる。

## 【0070】

(レーザービーム照射を行う場合)

レーザービームを照射する場合は、素子電極 2、3、高分子膜 4 を形成した基体 1 を、ステージ上に配置し、高分子膜 4 に対してレーザービームを照射して熱分解処理する。このとき、レーザーを照射する環境は、高分子膜 4 の酸化（燃焼）を避けるため、不活性ガス中や真空中で行うのが無難であるが、レーザーの照射条件によっては、大気中で行うことも可能である。

## 【0071】

レーザービームの照射条件は適宜選択でき、例えば、パルス YAG レーザの第二高調波（波長  $632 \text{ nm}$ ）を用いて照射し、素子電極 2、3 間の抵抗値をモニターしておけば、所望の抵抗値が得られたところで終了することができる。

## 【0072】

なお、高分子膜 4 と素子電極 2、3 の構成材料の光学的吸収波長を異なるように材料選択し、高分子膜 4 の吸収波長に合致した波長のレーザービームを照射することにより、実質的に高分子膜 4 のみの加熱が可能であり、より好ましい。

## 【0073】

以上、電子ビーム照射、あるいはレーザービーム照射によって、高分子膜 4 を熱分解高分子とすることが可能であるが、高分子膜 4 全体に渡って熱分解を行う必要は、必ずしもない。高分子膜 4 の一部分のみを熱分解しておくことによって、以後の工程を行うことができる。

## 【0074】

(4) つぎに、熱分解処理を施した高分子膜 4 に、電子放出部となる間隙 5 の形成を行う（図 2 (c)）。

## 【0075】



この間隙5の形成は、素子電極2、3間に電圧を印加する（電流を流す）ことによって行なわれる。尚、印加する電圧としてはパルス電圧であることが好ましい。この電圧印加工程（通電処理）により、高分子膜4の一部が局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造の変化することによって、間隙5が形成される。

## 【0076】

なお、この通電処理は、前述の熱分解処理と同時に、すなわち、電子ビーム照射、あるいはレーザービーム照射を行っている最中に、素子電極2、3間に電圧パルスを連続的に印加することによっても行うことができる。いずれの場合においても、本工程は、減圧雰囲気下、好ましくは $1.3 \times 10^{-3}$  Pa以下の圧力の雰囲気中で行うのが望ましい。

## 【0077】

さて、本工程における通電処理においては、電圧パルスを印加することによって、当然の如く高分子膜4の抵抗値に応じた電流が流れる。従って、高分子膜4の抵抗が極端に低い、すなわち、十分に熱分解が進んだ状態の膜であると、本工程での通電処理に多大な電力が必要となる。比較的小さいエネルギーで通電処理を行うためには、熱分解の進行の度合を調整することで可能であるが、熱分解処理を高分子膜4の一部にのみ施すことでも対処しうる。

## 【0078】

本発明の電子放出素子が真空雰囲気中で駆動されることを加味すると、絶縁体が真空雰囲気中に露出することは好ましくない。そこで、前記電子ビームまたはレーザービームの照射は、高分子膜の実質的な全表面を改質（導電性付与）することが好ましい。

## 【0079】

図3は、高分子膜4の表面を熱分解高分子とした場合の模式図（断面図）を示しており、図3（a）は通電処理前、図3（b）は通電処理開始直後、図3（c）は通電処理終了時である。

## 【0080】

まず、熱分解処理された高分子膜4の表面領域4'に、通電処理により、間隙5'が形成される（図3（b））。形成された間隙5'を電子がトンネリングし

、対向する熱分解高分子の膜表面で散乱して電子放出する過程で、熱分解を起こしていなかった下層の高分子領域も、徐々に熱分解され、最終的に、高分子膜4の厚み方向全体に渡り、間隙5が形成される（図3（c））。

## 【0081】

なお、熱分解高分子の領域が、基板に接している側であったり、膜厚の中間の位置であっても、最終的に、高分子膜4の厚み方向全体に渡り、間隙5が形成することができる。

## 【0082】

図4は、高分子膜4の基板表面に平行な方向で、その一部を熱分解高分子とした場合の模式図（平面図）を示しており、図4（a）は通電処理前、図4（b）は通電処理開始直後、図4（c）は通電処理終了時である。

## 【0083】

まず、熱分解処理された高分子膜4の領域4'に、通電処理により、狭い間隙5'が形成される（図4（b））。形成された狭い間隙5'を介して電子がトンネルし散乱して電子放出する過程で、熱分解を起こしていなかった領域も徐々に熱分解され、最終的に、基板表面と実質的に平行な方向における、高分子膜4の全体に渡り、間隙5が形成される（図4（c））。

## 【0084】

なお、上記のように、部分的に熱分解を行った高分子膜4を用いたほうが、良好な電子放出特性を示す場合が多い。この理由は明確ではないが、未分解の高分子が、熱拡散によって間隙5近傍に移動しやすいために、より電子放出に良好な間隙が形成、保持され、駆動による劣化の少ない構造になっていると思われる。

## 【0085】

以上のような工程を経て得られた電子放出素子は、図9に示したように、しきい値電圧 $V_{th}$ を持っており、この電圧より低い電圧を電極2，3間に印加しても、電子は実質的に放出されないが、この電圧より高い電圧を印加することによって、素子からの放出電流（ $I_e$ ）、電極2，3間を流れる素子電流（ $I_f$ ）が生じはじめる。

## 【0086】

この特性のため、同一基板上にマトリックス状に複数の本発明の電子放出素子を配した電子源を構成し、所望の素子を選択して駆動する単純マトリックス駆動が可能である。

## 【 0 0 8 7 】

従って、本発明の電子放出素子を用いて電子源を形成し、画像形成部材と組み合わせて、例えば、大画面のフラットパネルディスプレイのような画像形成装置を構成することができる。

## 【 0 0 8 8 】

## 【実施例】

以下に、本発明の実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

## 【 0 0 8 9 】

## 【実施例 1】

本実施例の電子放出素子として図 1 に示すタイプの電子放出素子を図 2 に示した製造方法と同様の手法を用いて作製した。図 1、図 2 を用いて、本実施例の電子放出素子の作製方法を述べる。

## 【 0 0 9 0 】

基板 1 として石英ガラス基板を用い、これを純水、有機溶剤により充分に洗浄後、基体 1 面上に、白金からなる素子電極 2、3 を形成した（図 2（a））。この時、素子電極間隔  $L$  は  $10\ \mu\text{m}$  とし、素子電極の幅  $W$  を  $500\ \mu\text{m}$ 、その厚さを  $100\ \text{nm}$  とした。

## 【 0 0 9 1 】

以上のように作製した基板に、芳香族ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸（日立化成工業（株）社製：PIX-L110）溶液を、さらに樹脂分 3% まで  $N$ -メチルピロリドン／トリエタノールアミン溶媒で希釈した溶液をスピンコータにより回転塗布した。次に、真空条件下に  $350^\circ\text{C}$  まで昇温しバークして、イミド化を行った。この時の、ポリイミド膜の膜厚は  $30\ \text{nm}$  であった。

## 【 0 0 9 2 】

このポリイミド膜をフォトリソグラフィ技術により、素子電極 2、3 を跨ぐ

300  $\mu\text{m}$  角の四角形状にパターンニングし、所望の形状の高分子膜4を作製した(図2(b))。

## 【0093】

次に、素子電極2、3、高分子膜4を形成した基体1を電子銃の装着された真空容器中にセットし、十分に排気を行った後、加速電圧  $V_{ac} = 10\text{ kV}$ 、電流密度  $\rho = 0.1\text{ mA/mm}^2$  なる電子ビームを高分子膜4全面に照射した。この時、素子電極2、3間の抵抗を測定し、1 k $\Omega$  まで抵抗が減少したところで電子ビーム照射を止めた。

## 【0094】

次に、図5に示す真空装置内に、素子電極2、3、電子ビーム照射を行った高分子膜4の形成された基板1を移した。

## 【0095】

ここで、図5中、51は素子に電圧を印加するための電源、50は素子電流  $I_f$  を測定するための電流計、54は素子より発生する放出電流  $I_e$  を測定するためのアノード電極、53はアノード電極54に電圧を印加するための高圧電源、52は放出電流を測定するための電流計である。電子放出素子の上記素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  の測定にあたっては、素子電極2、3に電源51と電流計50とを接続し、該電子放出素子の上方に電源53と電流計52とを接続したアノード電極54を配置している。また、本電子放出素子及びアノード電極54は真空装置内に設置されており、その真空装置には不図示の排気ポンプ及び真空計等の真空装置に必要な機器が具備されており、所望の真空下で本素子の測定評価を行えるようになっている。なお、アノード電極と電子放出素子間の距離  $H$  を4 mm としており、真空装置内の圧力を  $1 \times 10^{-6}\text{ Pa}$  とした。

## 【0096】

図5の装置系を用いて、素子電極2、3間に25 V、パルス幅1 msec、パルス間隔10 msecの両極性矩形パルスを印加することにより高分子膜4に間隙5を形成した。

## 【0097】

以上の工程により、本実施例の電子放出素子を作製した。

## 【 0 0 9 8 】

次に、図 5 に示した真空装置内で、アノード電極 5 4 に 1 k V を印加しながら、本実施例の電子放出素子の素子電極 2、3 間に 2 2 V の駆動電圧を印加し、その時に流れる素子電流  $I_f$  及び放出電流  $I_e$  を測定したところ、 $I_f = 0.6 \text{ mA}$ 、 $I_e = 4.2 \mu\text{A}$  であり、長時間駆動しても安定に電子放出特性を維持していた。

## 【 0 0 9 9 】

最後に、本実施例の電子放出素子の断面を切り出し、透過型電子顕微鏡 (TEM) によって間隙 5 近傍を観察したところ、図 1 (b)、図 3 (c) に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【 0 1 0 0 】

## [ 実施例 2 ]

本実施例の電子放出素子は、基本的に実施例 1 の電子放出素子と同様の形状のものである。

## 【 0 1 0 1 】

実施例 1 と同様に白金からなる素子電極 2、3 を形成した石英ガラス基板の基体 1 に、ポリフェニレンオキサジアゾール前駆体であるポリフェニレンヒドラジドの 3 % N-メチルピロリドン / n-ブチルセロソルブ溶液をスピンコートにより回転塗布した。次に、真空条件下に 3 1 0 °C まで昇温しバークして、膜厚 3 0 nm のポリフェニレンオキサジアゾール膜を得た。

## 【 0 1 0 2 】

このポリフェニレンオキサジアゾール膜をフォトリソグラフィ技術により、素子電極 2、3 を跨ぐ 3 0 0  $\mu\text{m}$  角の四角形状にパターンニングし、所望の形状の高分子膜 4 を作製した。

## 【 0 1 0 3 】

次に、実施例 1 と同様の条件で電子ビームを高分子膜 4 全面に照射した後、図 5 に示す真空装置内に移した。

## 【 0 1 0 4 】

さらに、実施例 1 と同様に、図 5 の装置系を用いて、素子電極 2、3 間に 2 2 V

、パルス幅 1 m s e c、パルス間隔 1 0 m s e c の両極性矩形パルスを印加することにより高分子膜 4 に間隙 5 を形成し、本実施例の電子放出素子を作製した。

## 【 0 1 0 5 】

次に、図 5 に示した真空装置内で、アノード電圧 1 k V を印加しながら、本実施例の電子放出素子の素子電極 2、3 間に 2 0 V の駆動電圧を印加し、その時に流れる素子電流  $I_f$  及び放出電流  $I_e$  を測定したところ、 $I_f = 0.8 \text{ mA}$ 、 $I_e = 3.5 \mu \text{ A}$  であり、長時間駆動しても安定に電子放出特性を維持していた。

## 【 0 1 0 6 】

最後に、本実施例の電子放出素子の断面を切り出し、透過型電子顕微鏡 (T E M) によって間隙 5 近傍を観察したところ、図 1 (b)、図 3 (c) に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【 0 1 0 7 】

## 【実施例 3】

本実施例の電子放出素子は、基本的に実施例 1 および実施例 2 の電子放出素子と同様の形状のものである。

## 【 0 1 0 8 】

実施例 1 と同様に、白金からなる素子電極 2、3、ポリイミド膜からなる高分子膜 4 を形成した石英ガラス基板の基体 1 を電子銃の装着された真空容器中にセットし、十分に排気を行った後、加速電圧  $V_{ac} = 7 \text{ kV}$ 、電流密度  $\rho = 0.1 \text{ mA/mm}^2$  なる電子ビームを高分子膜 4 全面に照射しながら、素子電極 2、3 間に 2 5 V、パルス幅 1 m s e c、パルス間隔 1 0 m s e c の両極性矩形パルス を印加した。そのとき、徐々に素子電極 2、3 間を流れる電流が上昇し、やがて 2.5 mA 程度まで上昇した後、突然電流値が減少したので、電子ビーム照射を止めた。

## 【 0 1 0 9 】

この素子を取り出して、断面を切り出し、透過型電子顕微鏡 (T E M) によって間隙 5 近傍を観察したところ、図 3 (b) に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【 0 1 1 0 】

さらに、同様に作製した素子を、図5の装置系を用いて、再度、素子電極2、3間に25V、パルス幅1msec、パルス間隔10msecの両極性矩形パルスを印加した。

## 【0111】

以上の工程により、本実施例の電子放出素子を作製した。

## 【0112】

次に、図5に示した真空装置内で、アノード電圧1kVを印加しながら、本実施例の電子放出素子の素子電極2、3間に22Vの駆動電圧を印加し、その時に流れる素子電流 $I_f$ 及び放出電流 $I_e$ を測定したところ、 $I_f = 1.0\text{mA}$ 、 $I_e = 5.3\mu\text{A}$ であり、長時間駆動しても安定に電子放出特性を維持していた。

## 【0113】

最後に、本実施例の電子放出素子の断面を切り出し、透過型電子顕微鏡（TEM）によって間隙5近傍を観察したところ、図3（c）に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【0114】

## [実施例4]

本実施例の電子放出素子においても、基本的に前述の実施例の電子放出素子と同様の形状のものである。

## 【0115】

基体1として石英ガラス基板を用い、これを純水、有機溶剤により十分に洗浄後、基体1面上に、ITOからなる素子電極2、3を形成した。この時、素子電極間隔 $L$ は $10\mu\text{m}$ とし、素子電極の幅 $W$ を $500\mu\text{m}$ 、その厚さを $100\text{nm}$ とした。

## 【0116】

以上のように作製した基板に、実施例1と同様に、ポリイミド膜からなる高分子膜4を作製した。

## 【0117】

次に、ITOからなる素子電極2、3、ポリイミド膜からなる高分子膜4を形成した基体1をステージ上（大気中）にセットし、高分子膜4に対して、Qスイ

ツチパルスNd:YAGレーザ（パルス幅100nm、繰り返し周波数10kHz、パルスあたりのエネルギー0.5mJ、ビーム径10μm）の第二高調波（SHG：波長632nm）を照射した。この時、ステージを移動させ、素子電極2から3の方向に高分子膜4に10μmの幅で照射した。また、素子電極2、3間の抵抗を測定し、10kΩまで抵抗が減少したところで電子ビーム照射を止めた。

## 【0118】

ここで、基板を取り出して、光学顕微鏡（TEM）によって観察したところ、図4（a）に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【0119】

次に、実施例1と同様、図5の装置系を用いて、素子電極2、3間に25V、パルス幅1msec、パルス間隔10msecの両極性矩形パルスを印加することにより高分子膜4に間隙5を形成し、本実施例の電子放出素子を作製した。

## 【0120】

次に、図5に示した真空装置内で、アノード電圧1kVを印加しながら、本実施例の電子放出素子の素子電極2、3間に22Vの駆動電圧を印加し、その時に流れる素子電流 $I_f$ 及び放出電流 $I_e$ を測定したところ、 $I_f = 0.8\text{mA}$ 、 $I_e = 4.2\mu\text{A}$ であり、長時間駆動しても安定に電子放出特性を維持していた。

## 【0121】

最後に、本実施例の電子放出素子を光学顕微鏡によって観察したところ、図4（c）に示した形状と同様の形状が見られた。

## 【0122】

## [実施例5]

本実施例は、本発明の電子放出素子をマトリックス配置させた電子源および画像形成装置を作製したものである。

## 【0123】

図6に、本実施例の電子源の製造過程を説明する概略図を、図7に、本実施例の画像形成装置の概略図を示す。

## 【0124】



図 6 は、本実施例の電子源の一部を拡大して示しており、図 1 と同様の符号のものは、同様の部材を示している。6 2 は X 方向配線、6 3 は Y 方向配線、6 4 は層間絶縁層である。尚、図 6 では基体 1 を省略している。

## 【 0 1 2 5 】

図 7 においては、図 1、図 6 と同様の符号のものは、同様の部材を示している。7 1 はガラス基板上に蛍光膜と A 1 メタルバックが積層されたフェースプレート、7 2 は、基板 1、フェースプレート 7 1 を貼り付けるための支持枠、7 3 は高圧端子であり、基板 1、フェースプレート 7 1、支持枠 7 2 で真空密閉容器が形成される。

## 【 0 1 2 6 】

以下、図 6、図 7 を用いて、本実施例を説明する。

## 【 0 1 2 7 】

高歪点ガラス基板（旭硝子（株）製、PD 2 0 0、軟化点 8 3 0℃、徐冷点 6 2 0℃、歪点 5 7 0℃）上に、スパッタリング法により、厚さ 1 0 0 n m の I T O 膜を堆積し、フォトリソグラフィ技術を用いて I T O 膜からなる素子電極 2、3 を形成した（図 6（a））。なお、素子電極 2、3 の電極間距離は 1 0 μ m とした。

## 【 0 1 2 8 】

次に、スクリーン印刷法により A g ペーストを印刷し、加熱焼成することにより、X 方向配線 6 2 を形成した（図 6（b））。

## 【 0 1 2 9 】

続いて、X 方向配線 6 2 と Y 方向配線 6 3 の交差部になる位置に、スクリーン印刷法により絶縁性ペーストを印刷し、加熱焼成して絶縁層 6 4 を形成した（図 6（c））。

## 【 0 1 3 0 】

さらに、スクリーン印刷法により A g ペーストを印刷し、加熱焼成することにより、Y 方向配線 6 3 を形成し、基体 1 上にマトリックス配線を形成した（図 6（d））。

## 【 0 1 3 1 】

以上のようにしてマトリックス配線を形成した基体 1 の素子電極 2、3 間に跨る位置に、インクジェット法により、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸の 3 % N - メチルピロリドン / トリエタノールアミン溶液を素子電極間の中央を中心として塗布した。これを、真空条件下に 3 5 0 ° C でバークし、直径約 1 0 0  $\mu$  m、膜厚 3 0 0 n m の円形のポリイミド膜からなる高分子膜 4 を得た ( 図 6 ( e ) ) 。

#### 【 0 1 3 2 】

次に、ITO からなる素子電極 2、3、マトリックス配線 6 2、6 3、ポリイミド膜からなる高分子膜 4 を形成した基体 1 をステージ上 ( 大気中 ) にセットし、各々の高分子膜 4 に対して、Q スイッチパルス Nd : YAG レーザ ( パルス幅 1 0 0 n m、繰り返し周波数 1 0 k H z、パルスあたりのエネルギー 0 . 5 m J、ビーム径 1 0  $\mu$  m ) の第二高調波 ( S H G ) を照射した。このとき、ステージを移動させ、各々の素子電極 2 から 3 の方向に高分子膜 4 に 1 0  $\mu$  m の幅で照射し、各々の高分子膜 4 の一部に熱分解の進んだ導電性の領域を形成した。

#### 【 0 1 3 3 】

このようにして作製した基体 1 と、フェースプレート 7 1 を ( 蛍光膜とメタルバックが形成された面を対向面として ) 対向させて、2 m m の厚みの支持枠 7 2 を介して配置し、フリットガラスを用いて 4 0 0 ° C にて封着を行った。なお、蛍光膜には R G B 3 色がストライプ形状に配置されたものを用いた。

#### 【 0 1 3 4 】

作製した基体 1、フェースプレート 7 1、支持枠 7 2 からなる密閉容器の内部を不図示の排気管を通じ真空ポンプにて排気し、さらに真空度を維持するために不図示の非蒸発型ゲッターを密閉容器内で加熱処理 ( ゲッターの活性化処理 ) した後、排気管をガスバーナーで溶着して容器を封止した。

#### 【 0 1 3 5 】

最後に、X 方向配線、Y 方向配線を通じて、各々の素子、すなわち素子電極 2、3 間に 2 5 V、パルス幅 1 m s e c、パルス間隔 1 0 m s e c の両極性の矩形パルスを印加することにより高分子膜 4 に間隙 5 を形成し、本実施例の電子源、および画像形成装置を作製した。

【 0 1 3 6 】

以上のようにして完成した画像形成装置において、X方向配線、Y方向配線を通じて、所望の電子放出素子を選択して22Vの電圧を印加し、高圧端子73を通じてメタルバックに8kVの電圧を印加したところ、長時間にわたって明るい良好な画像を形成することができた。

【 0 1 3 7 】

【発明の効果】

本発明の電子放出素子によれば、長時間にわたり、高い効率で電子放出を行うことができ、また、その製造工程においては、膜形成工程が1回であり、プロセス簡易化ができるためコスト的に有利である。

【 0 1 3 8 】

さらには、本発明の電子放出素子、及びその製造方法を利用して、電子放出素子を複数配列した電子源、あるいは画像形成装置を製造することができ、大面積で明るく良好な画質の画像を長時間にわたり表示できる画像形成装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の電子放出素子を示す模式的平面図及び断面図である。

【図2】

本発明の表面伝導型電子放出素子の作製方法の一例を示す模式的断面図である。

【図3】

本発明の電子放出素子の別の一例を示す模式的断面図である。

【図4】

本発明の電子放出素子のさらに別の一例を示す模式的平面図である。

【図5】

測定評価機能を備えた真空装置の一例を示す模式図である。

【図6】

本発明の単純マトリクス配置の電子源の製造工程の一例を示す模式図である。

【図 7】

本発明の単純マトリクス配置の画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図 8】

従来の電子放出素子の断面模式図である。

【図 9】

本発明による電子放出素子の電子放出特性を示す模式図である。

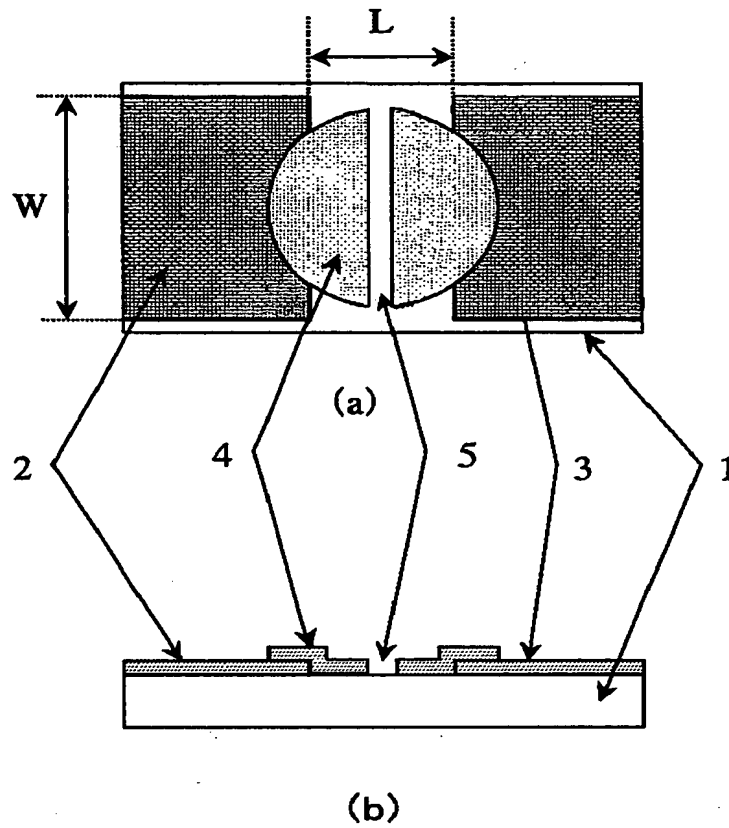
【符号の説明】

- 1 基体
- 2、3 素子電極
- 4 高分子膜
- 5 間隙
- 5 0 素子電流  $I_f$  を測定するための電流計
- 5 1 素子電圧  $V_f$  を印加するための電源
- 5 2 放出電流  $I_e$  を測定するための電流計
- 5 3 アノード電極 5 4 に電圧を印加するための高圧電源
- 5 4 アノード電極
- 6 2 X方向配線
- 6 3 Y方向配線
- 6 4 層間絶縁層
- 7 1 フェースプレート
- 7 2 支持枠
- 7 3 高圧端子
- 8 4 導電性膜
- 8 5 電子放出部
- 8 6 炭素及び／または炭素化合物を主成分とする堆積物

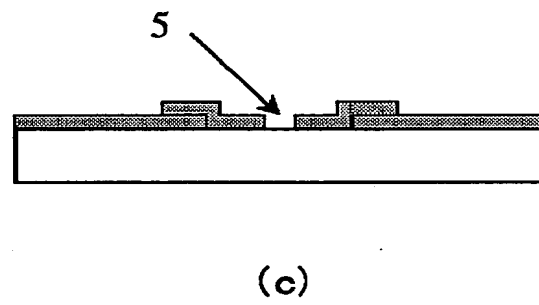
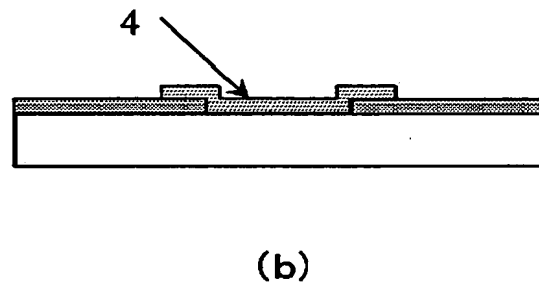
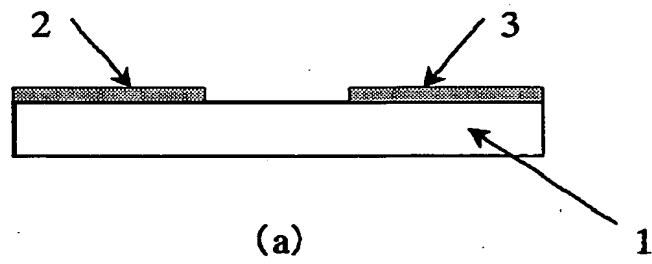
【書類名】

図面

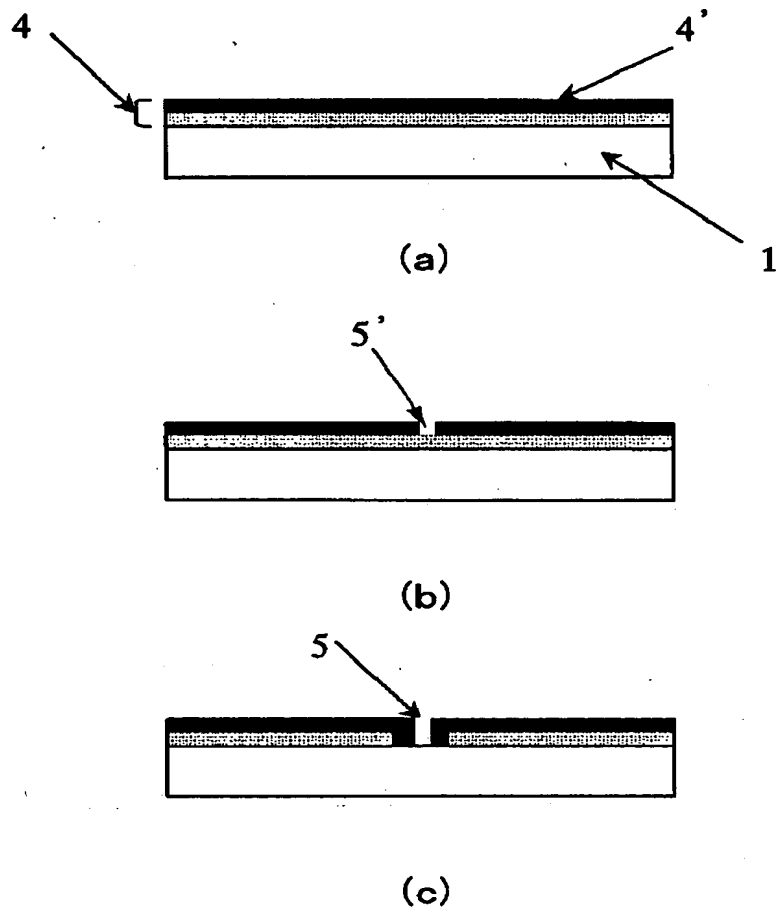
【図 1】



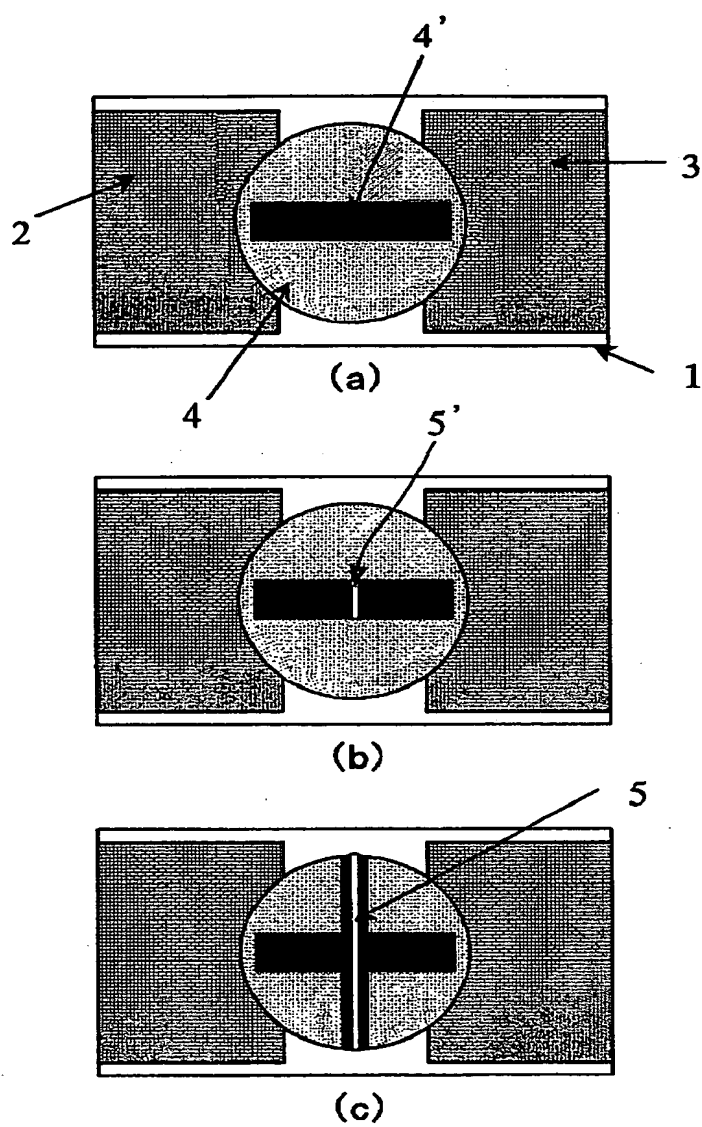
【図 2】



【図 3】

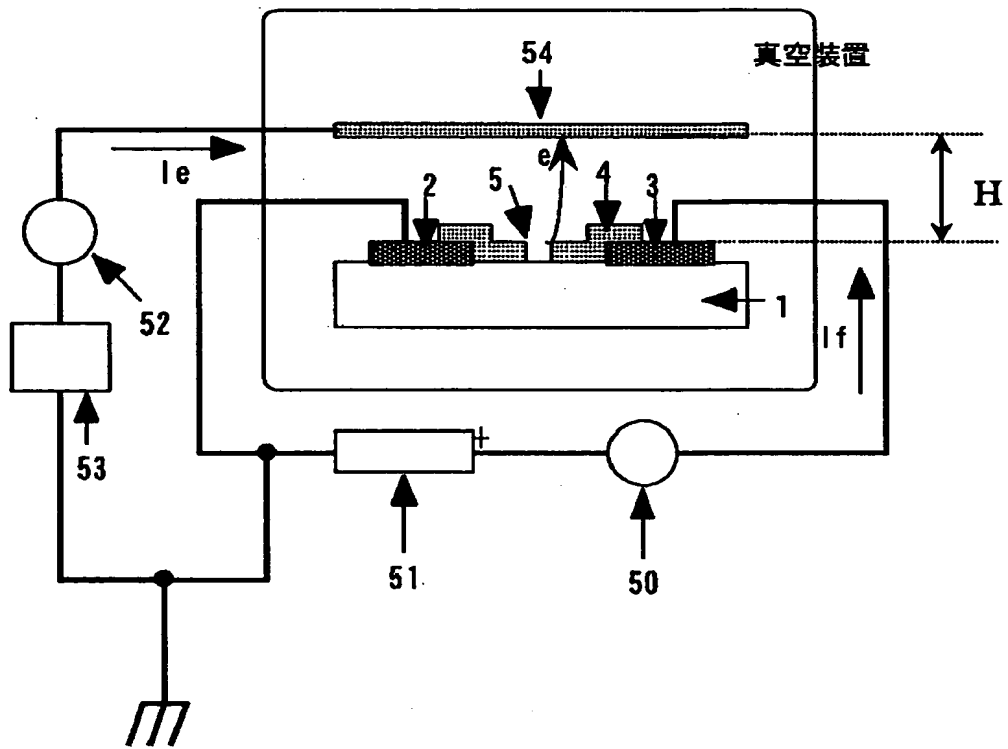


【図 4】

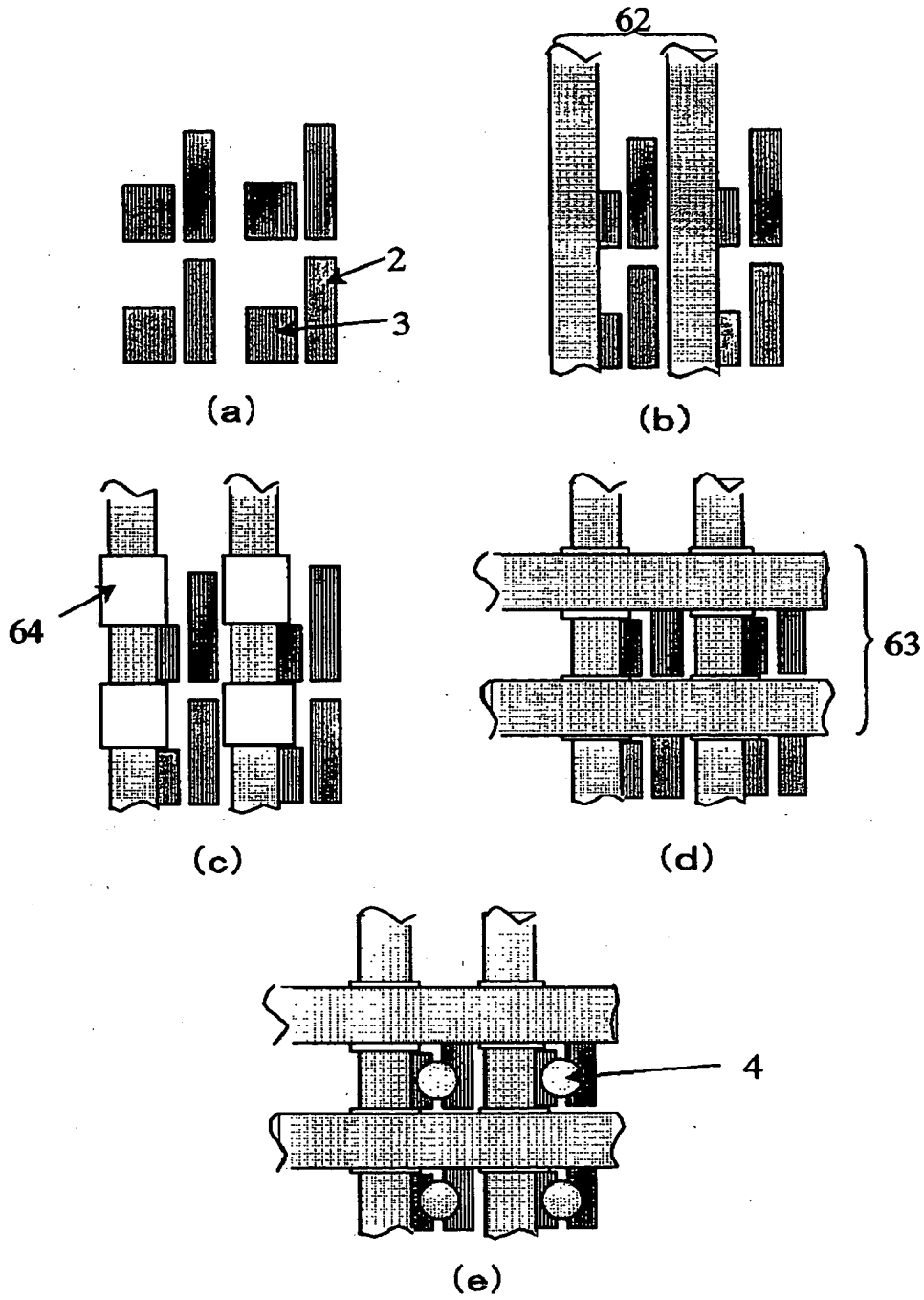




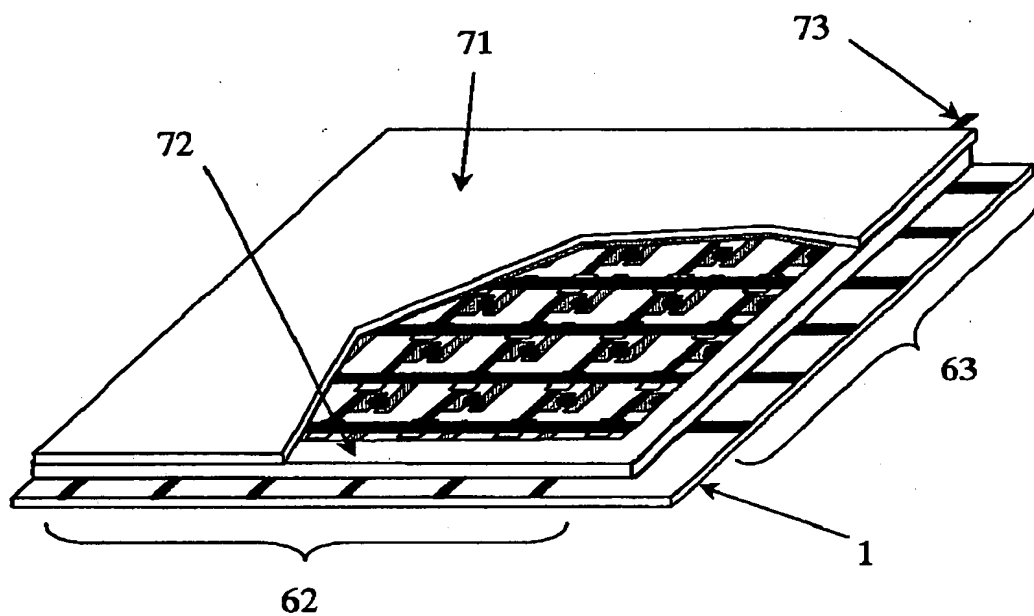
【図5】



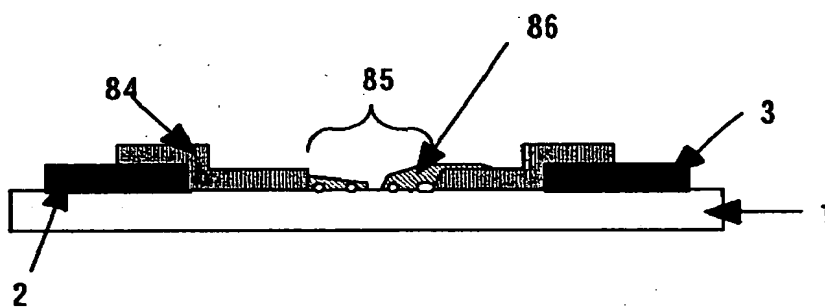
【図6】



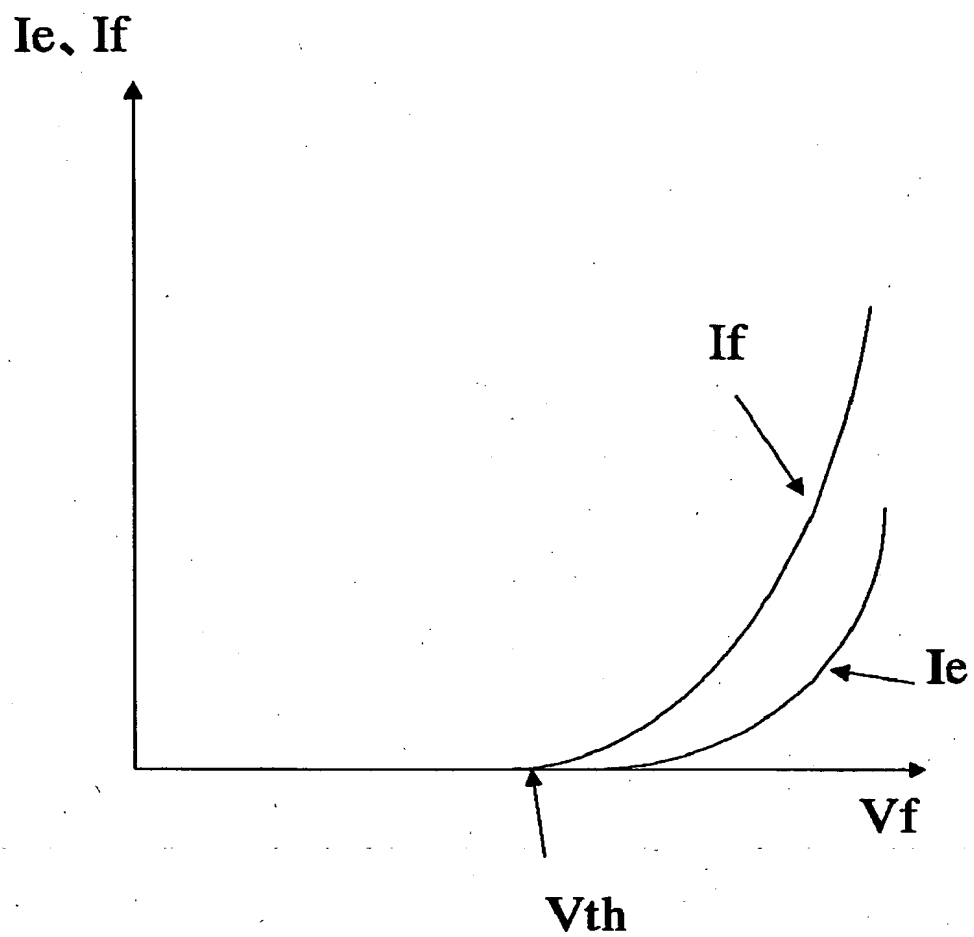
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 素子製造工程を簡略化でき、かつ、電子放出特性の改善をも行うことのできる電子放出素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 基体 1 上に形成された一対の電極 2, 3、および間隙 5 を有する膜 4 からなる電子放出素子であって、この間隙を有する膜 4 を高分子膜で形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キヤノン株式会社